

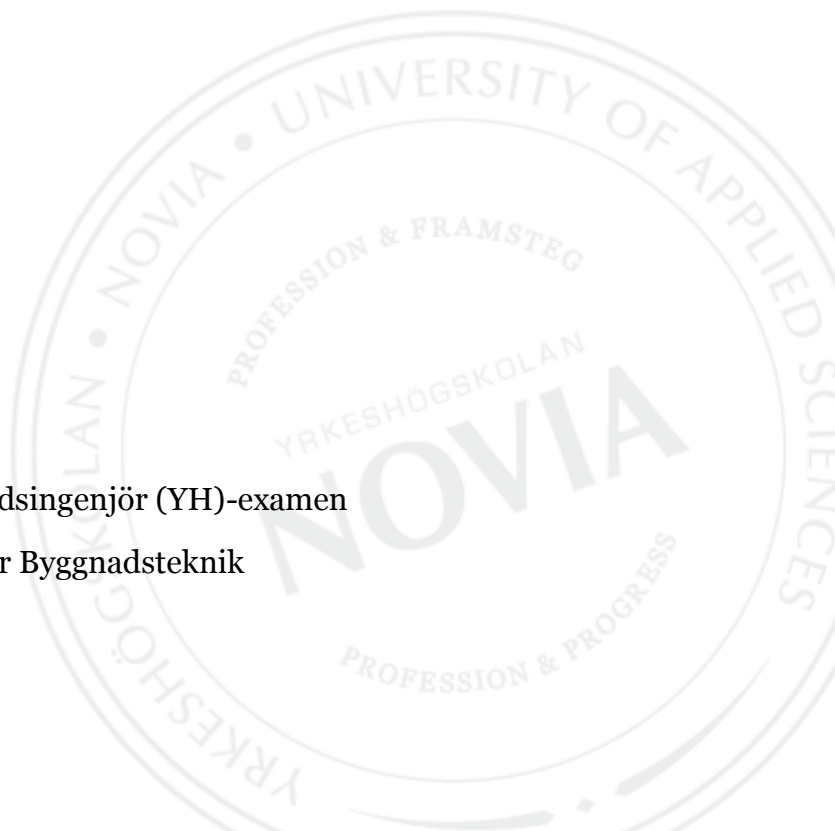
Grundläggning av Heikius-hus

Rasmus Ovaskainen 0800875

Examensarbete för Byggnadsingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för Byggnadsteknik

Ekenäs 2013



EXAMENSARBETE

Författare: Rasmus Ovaskainen

Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Byggnadsingenjör

Handledare: Towe Andersson

Titel: Grundläggning av Heikius-hus

Datum 24.04.2013

Sidantal 34

Bilagor 2

Abstrakt

Jag valde att skriva om grundläggning av Heikius-hus för att jag fick en beställning av min syster. Hon har bestämt sig för att bygga ett Heikius-elementhus. När det är frågan om Heikius-elementhus ingår inte grunden i kontraktet mellan beställaren och Heikius-hus företaget. Därför har jag gjort en undersökning om vad allt som bör göras av beställaren gällande husprojektet. Jag har studerat facklitteratur och elektroniska källor angående grundläggning och därtillhörande förberedelser av egnahemshus. Jag har diskuterat med en representant för Heikius-hus gällande deras krav i fråga om grundläggningen. Det framgick i diskussionen att det finns ett behov av motsvarande utredning gällande grundläggning av Heikius-hus, främst för beställaren som sällan har någon större erfarenhet i byggnadsteknik. Jag har också jämfört olika grundläggningsprodukter och tagit ställning till deras fördelar och nackdelar. Syftet är att få lätt förståeligt fram de olika arbetsskeden som krävs för grundläggningen av Heikius-hus. Utöver arbetsskeden har jag också studerat förberedande arbeten gällande tomten samt olika jordmåner och deras betydelse gällande grundläggning av ett Heikius-hus. Arbetet och därtillhörande forskningar har varit givande och kommer att användas av min syster i deras husprojekt.

Språk: Svenska

Nyckelord: Heikius-hus

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Rasmus Ovaskainen

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Byggnadsteknik Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Byggnadsingenjör

Ohjaaja: Towe Andersson

Nimike: Heikius-talon perustustyöt

Päivämäärä 24.04.2013

Sivumäärä 34

Liitteet 2

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Pia Ovaskainen, joka on päättänyt rakentaa itselleen Heikius-elementtitalon. Heikius-elementtitalon pystytykseen eivät kuulu perustustyöt vaan asiakkaan on itse huolehdittava perustustöistä. Tämän takia työssä selvitetään asiakkaan velvollisuudet, koskien Heikius-elementtitalon perustustöitä.

Työssä käytetään lähteinä omakotitalon perustustöihin ja siihen kuuluviin esivalmisteluihin liittyvää kirjallisuutta ja sähköisiä lähteitä. Perustustöistä ja niihin liittyvistä vaatimuksista on keskusteltu myös Heikius-talon edustajan kanssa. Keskusteluissa kävi ilmi, että vastaavanlaiselle, Heikius-talon perustustöitä koskevalle selvitykselle on olemassa tarve, koska harvoin asiakkaalla on tarvittava tieto ja taito tällaisen projektin läpiviemiseen. Työssä vertaillaan myös erilaisia perustustuotteita keskenään ja tehdään johtopäätöksiä niiden eduista ja haitoista. Työn tavoitteena on saada Heikius-talon perustamisen eri työvaiheet helposti ymmärrettävään muotoon. Eri työvaiheiden lisäksi tutkitaan myös erilaisia maaperiä ja niiden vaikutusta Heikius-talon perustamiseen.

Työn tulokset ja siihen liittyvät tutkimustyöt ovat olleet antoisat. Toimeksiantaja tulee käyttämään tämän opinnäytetyön tuloksia omassa rakennusprojektissaan.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Heikius-talo

BACHELOR'S THESIS

Author: Rasmus Ovaskainen

Degree Programme: Construction Engineering

Specialization: Structural Engineering

Supervisors: Towe Andersson

Title: The Foundation of a Heikius House/ Grundläggning av Heikius-hus

Date 24 April 2013

Number of pages 34

Appendices 2

Summary

I chose this title for my thesis because my sister wanted me to clarify the work needed to lay a foundation for a Heikius house. The Heikius house is a prefabricated house, but the foundation is not included in the deal. This is the reason why I have researched the customer's obligations concerning a house project. I have studied literature and electronic sources regarding the foundation and other preparations of detached houses. I have discussed with a representative of Heikius houses what their requirements are for the foundation. It appeared from the conversation that there are needs for a similar clarification, because the customer's knowledge of construction work is often very poor.

I have compared different foundation products with each other and made conclusions regarding their advantages and disadvantages. I have also compared different soil types and their importance for the foundation work of a Heikius house. The purpose of my thesis is to write a clarification of the foundation work that is easy to understand by the customer. The process of my thesis has been very satisfying. My sister is going to use this work as a guideline in her house project.

Language: Swedish

Key words: Heikius house

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
2. Grundläggning av egnahemshus.....	1
3. Grundundersökning.....	2
3.1. Grundvatten.....	3
4. Förberedande arbete på tomten	4
5. Radon	5
6. Dränering	8
7. Grundläggning på olika jordmånar.....	9
7.1. Grundläggning på berg.....	9
7.2. Grundläggning på morän	9
7.3. Grundläggning på grovkornig mark	10
7.4. Grundläggning på finkornig mark	10
8. Grundläggning av Heikius-hus.....	11
9. Ventilerad kryppgrund	14
10. Produktalternativ för grunden	16
10.1. Sockel av lättgrusblock	16
10.1.1. Installation.....	16
10.1.2. Sockelisolering.....	18
10.1.3. Livslängd.....	18
10.2. Platsgjuten/betongelement sockel	18
10.2.1. Installation.....	19
10.2.2. Sockelisolering.....	20
10.2.3. Livslängd.....	20
10.3. Grundsulsmoduler.....	20
10.3.1. Installation.....	21
10.3.2. Grundsulans isolering	22
10.3.3. Livslängd.....	22
10.4. Natursten	23

10.4.1. Installation.....	23
10.4.2. Sockelisolering.....	23
10.4.3. Livslängd.....	24
11. Kostnad	24
12. Jämförelse	30
13. Sammanfattning	31
14. Källor	33
Bilagor.....	
Lecagrund	
Leca-block + betongsula	
Lammitassu + Leca-block.....	
Natursten + betongsula.....	
Betonggrund.....	
Uträkningar	

1. Inledning

Rubriken till detta arbete kom ganska naturligt för mig. Min syster och hennes man äger en tomt i södra Finland, närmare sagt i Lappträsk och byns namn är Lindkoski. På denna ca en hektars tomt skall de bygga sitt kommande hem, ett egnahemshus bestående av två våningar. Tomten är en s.k. skogstomt och grunden på vilken huset kommer på är berg.

Efter att ha gått igenom flera olika alternativ har de beslutat sig för att elementhus är för deras behov det bästa alternativet och att tillverkaren är Heikius-hus. Syftet med mitt arbete är att undersöka vilken grundläggningsmetod som vore den lämpligaste för detta projekt. Det är också väldigt bra information för mig själv i framtiden ifall jag någon gång kommer att bygga ett eget hus. Därför har jag också undersökt andra alternativa grundläggningsbotten, så att min kunskap inte bara begränsas till bergsgrunder. Jag räknar med att ha nytta av denna information i arbetslivet.

2. Grundläggning av egnahemshus

Husgrundens huvuduppgift är att se till att huset inte sjunker in i marken. Husgrunden skall överföra alla de tyngder som uppstår av huset i sådan form att jordmånen inte kommer åt att förflytta eller röra på huset. Vilken husgrund eller grundläggning som väljs varierar från tomt till tomt beroende på t.ex. jordmånens bärförmåga såsom t.ex. sand-, berg-, morän-, ler-, eller havsmark, grundvattennivån, terrängens form osv.

Vid val av byggplats är jordmånens bärförmåga absolut ett av de viktigaste alternativen som skall beaktas. Ur byggteknisk synvinkel består jordmånen av många olika jordarter med många olika egenskaper. Därför är det alltid viktigt att undersöka hurudan jordmån det är frågan om före man börjar planera grunden. En undersökning av grunden krävs oftast som en bilaga till bygglovshandlingarna när man ansöker om bygglov.

Det är sällan som marken eller jordmånen duger direkt som byggunderlag utan marken måste bearbetas, och utgående från vilken jordmånen är väljer man grunden till huset. Det finns flera olika alternativ vilka jag återkommer till.

Grundvattennivån är en annan viktig sak man alltid måste ta i beaktande när man planerar husgrunden. Om grundvattennivån är nära markytan måste man ta i beaktande hur man skall torka marken och hur den skall behållas torr.

Utöver tomtens struktur och grundvattennivå bör man också veta husets mått ~~samt~~ av vilket material huset skall byggas samt vilka belastningar huset överför till grunden. Planeringen av husgrunden, uträkningen av husgrunden/hållfastheten och vilka alternativ som kan användas som husgrund bör alltid göras av en konstruktionsplanerare. En liten vårdslöshet i planeringen eller uppsättningen kan leda till att när belastningsfallen ändras från vinter till sommar, kan det förekomma små rörelser i grunden eller jordmånen vilket kan leda till skador i husets stomme.

Vid valet av grundläggningen lönar det sig att ta i beaktande terrängens begränsningar samt möjligheter. När man gör en grov indelning finns det två typer av terränger: jämn eller sluttande. Om det är frågan om en jämn tomt är det vanligaste grundläggningssättet en enkel låg grund, t.ex. trossbotten. Ifall det är en tomt som befinner sig i en sluttning kan man tänka sig en grund med källare.

Det vanligaste grundläggningssättet för små egnahemshus är en sockel med låg grundmur gjord av t.ex. Leca-block eller betong, vilket är ett förmånligt alternativ. Ifall jordmånen har risk för tjäle rekommenderas det att grundläggningsdjupet är på ett minimum av 600 mm, men det kan dock variera på olika platser. Om höjdskillnaderna på tomten är små (under 0,5m) är det fördelaktigast att göra ett markbelagt bottenbjälklag så att säga en betongplatta på mark, men om höjdskillnaden är över 0,5m lönar det sig att göra botten med krypunderlag, så att säga trossbotten. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.6,7)

På grund av dessa variabler finns det många olika grundläggningsalternativ och därför är det viktigt att alltid undersöka vilket grundläggningssätt passar bäst till ifrågavarande tomt.

3. Grundundersökning

Jordmånens kvalitet bör granskas i så tidigt skede som möjligt, helst före tomten köps men senast då när huset börjar planeras. Först lönar det sig att kontakta kommunens byggnadstillsyn och fråga om det finns färdigt en grundundersökning över området.

Det är också bra att undersöka vilka grundläggningsmetoder som har använts i närheten av egen tomt. Målet med grundundersökningen är att få information om grundläggningssättet, grundläggningsdjupet samt information till planeringen av grunden.

Grundundersökningens och grundplaneringens omfattning beror på markens egenskaper samt vad det krävs av kommande byggnad. Om det pålitligt kan konstateras att byggunderlaget är berg eller tillräckligt hård mark, går det oftast att kompensera grundundersökningen med en terränganalys. Det krävs dock tillräcklig expertis för att utföra en terränganalys. Med hjälp av terränganalysen skall man kunna göra en skriftlig rekommendation varifrån det framgår all befintlig information som behövs till grundläggningen, såsom jordarten, jordlagrets tjocklek och grundvattennivån. I lätta fall kan terränganalysen göras av konstruktionsplaneraren.

Grundundersökningen görs alltid då det är frågan om finkornig mark (lera eller silt) eller om byggnaden skall byggas i en sluttning. Det är rekommenderat att grundundersökningen i dessa fall görs av en erfaren geolog. I undersökningen klargörs jordarten, jordlagrets tjocklek samt grundvattennivån.

Den mest allmänna undersökningsmetoden är att sondera (borra hål) varje hörn av den planerade byggnadens placering och ta jordartsprov. Geologen skriver en rapport om jordmånen och grundvattennivån och rekommenderar vilken grundläggningsmetod passar bäst för tomten. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.7,8,9).

3.1. Grundvatten

Ifall grundvattennivån är nära markytan där huset kommer att stå måste man ta i beaktande torkning av marken och hur man håller marken torr.

Torkningen av tomten samt att i fortsättningen hålla tomten torr, ingår i konstruktionsplaneringen. När det gäller egnahemshus bifogas torkningen mm. till grundläggningsplanen.

Byggnadsgrunden skall behållas torr så att fukt inte orsakar skador i konstruktionerna eller att i värsta fall förhindrar byggnaden från att kunna användas.

Fukt som har nått konstruktionerna är den vanligaste orsaken till mögel, luktproblem och ytskador.

Till arbetet gällande markens torkning hör också ofta jordmassornas formning och utjämning, samt transportvägarnas ytbeläggning.

Marken under huset håller man torr med hjälp av ett så kallat kapillärbrytande skikt, som förhindrar kapillärfukten från att stiga samt genom dränering, som samlar vattnet och leder det bort från byggnaden. Grunden hålls torr med hjälp av vattenisolering, som förhindrar vattnet från att nå grundkonstruktionen och bottenbjälklaget.

För att behålla tomten torr kan man använda sig av olika metoder. Den vanligaste och mest använda metoden är dränering. Andra metoder är bl.a. formning av marken, vilket betyder att man leder vattnet bort. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.20,21)

Vid markundersökningen kan det framgå att tomten har stora sättningar och då måste den mjuka markens sammanpressningsegenskaper närmare undersökas. Då tar en geolog prov på den ostörda markens sammanpressning. Ifall dessa prov har gjorts tidigare på samma område så går det att använda dem. Under väldigt krävande omständigheter bör sammanpressningen utvärderas av erfaren geolog. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.8,9)

4. Förberedande arbete på tomten

Före man börjar röja tomten behöver man en grundläggningsplan för att veta hur mycket från tomten som får röjas. Byggnadsinspektören gör en tomtgranskning och märker ut på tomten husets yttre linjer varefter man kan påbörja röjningsarbetet. Träden och växtligheten samt stenar röjs bort ur vägen för huset och gårdsplanen. Om det är frågan om små enskilda träd går det bra för ägaren att själv fälla dessa träd, men om det är en tätare skog rekommenderas det att en professionell skogshuggare sköter arbetet. Den fällda skogen kan antingen säljas eller återanvändas i byggprojektet. Träden som blir i närheten av byggnadsplatsen skall skyddas med lodrät brädfodring vid trästammen.

Övre markskiktet samt humusskiktet grävs bort och lagras någonstans där det var det inte är i vägen för byggarbetet, denna bortgrävda mark kan användas senare. En traktorgrävare klarar bra av grävarbeten för småhus. Sedan grävs det diken för vatten, avlopp, elektricitet samt dränering. När dessa komponenter är installerade täcks de med ett lager av fin sand. Efter att rören är täckta med fin sand kan man fortsätta med markarbetet enligt grundläggningsplanen.

Härefter fylls markbädden med ett 200-300 millimeters skikt av fyllnadsgrus med kornstorleken (0/32mm), gruset skall fuktas varefter det skall vibreras till ett kompakt skikt. Detta skikt måste vara så kompakt att det inte sätter sig av husets tyngd. Efter att markbädden är vibrerad mäter man att den har rätt grundläggningshöjd.

Ifall grundläggningshöjden inte stämmer med grundläggningsplanen så måste markbädden endera fyllas och vibreras eller schaktas och vibreras. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.17,18. RT 81-10486, 1992, s.5)

5. Radon

Radon är en farlig radioaktiv gas som är cancerframkallande och den uppstår när uran och torium bryts ner. Det är skäl att undersöka om det förekommer radon i marken före planeringsarbetet påbörjas. I de flesta kommuner finns det tillräcklig information av radonhalterna och denna information fås från kommunens byggnadstillsyn. Det finns också mycket information att få från strålsäkerhetscentralen. Om denna information inte finns måste man kontakta specialiserade yrkesmän för detta ändamål. Skadlig mängd av radon kan förekomma på varje byggsplats i Finland, men den största sannolikheten är att det förekommer i södra Finland.

Huvudsakliga radonkällan i småhus finns under huset i luften som finns i jordmånen. Från marken strömmar det till småhus vanligtvis $(0,2-2)\text{m}^3$ radongas i timmen.

Det är temperaturskillnaden mellan inne- och uteluften och tryckförändringen som får radonflödet i gång. När markens normala radonhalt är $(20.000-100.000) \text{ Bq/m}^3$ (Bacquerel per kubikmeter) räcker det med en liten luftström för att lyfta innerluftens radonhalt till hundratal Bq:n per kvadratmeter. Fyllnadsgruset under huset accelererar också radonflödet.

Markens genomsläpplighet har en stor påverkan på radonflödet. Det har uppmätts mycket högre radonhalter i hus som är byggda på porös genomsläpplig mark jämfört med tät mark såsom lera eller berg. För att minska radonhalten i innerluften bör man minska radongasen som kommer från jordmånen in till huset.

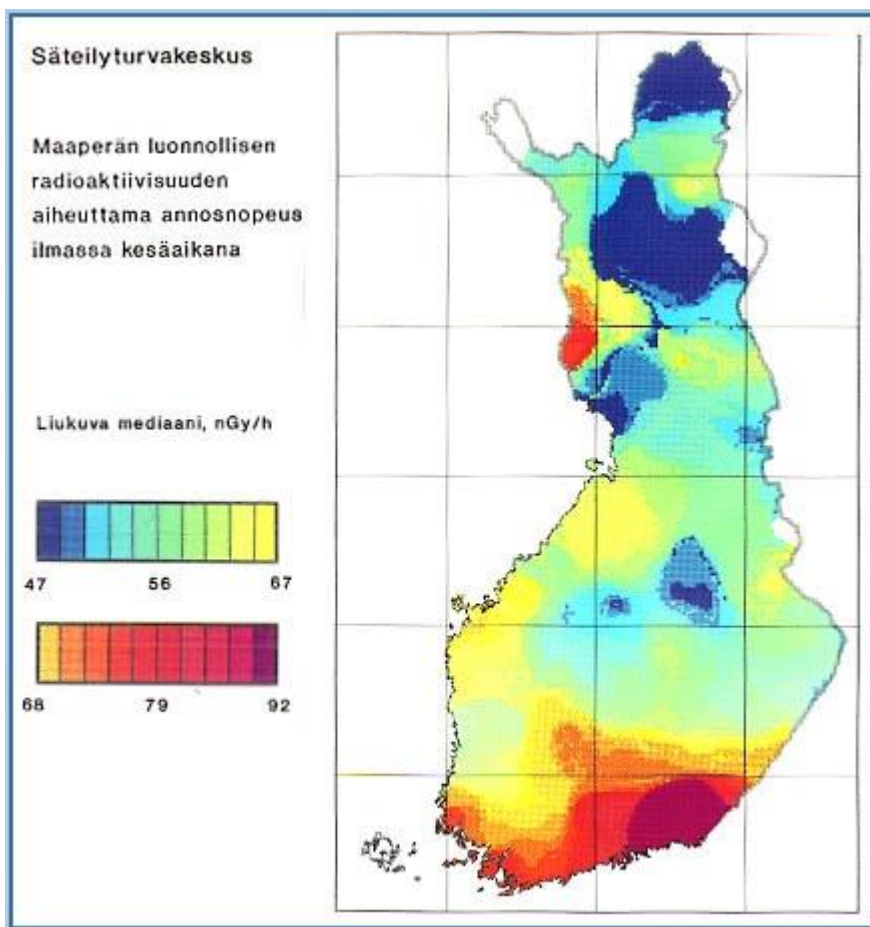


Bild (1) är en karta över radonmängderna i Finland. (Uusisuomi 2012)

Radon läcker allmänt in till huset från fogarna mellan grundmuren och väggarna. Vid installation av väggarna är det ytterst viktigt att alla fogar mellan grundmuren och väggarna görs så täta som möjligt, vilket hindrar radonet från att läcka in i huset. Ifall läckage av radon ändå sker, är ventilation den enda åtgärden som kan minska radonhalten i innerluften. Enligt byggbestämmelserna borde ventilationen vara 0,5 l/h vilket betyder att halva volymen av byggnadens innerluft borde bytas ut varje timme. Om byggnadens ventilation bara är 0,1 l/h, vilket betyder att bara en tiondedel byts varje timme. Då är radonhalten fem gånger större än om ventilationen fungerar så som den borde. Detta betyder att byggnadens ventilation har en betydande roll i innerluftens radonhalt.

Med hjälp av en radonsugare får man till stånd ett undertryck under bottenbjälklaget vilket minskar på radonflödet från jordmånen till byggnaden. Radonsugaren minskar också radonhalten i läckageflödet in till huset genom att den ventilerar grunden. Sugpunkternas placering samt antal påverkar avgörande på radonsugarens funktion.

Suggropen skall placeras så i mitten under en markbelagd platta som möjligt. Avståndet från ytterväggarna bör vara minst 1,5 m. Om de bärande mellanväggarna delar markplattan i flera block, så att luftflödet inte når alla delområden, måste sugpunkter placeras i varje delområde. Utloppskanalen görs av stuprör i plast. Skarven måste tätas noggrant så att det inte läcker radon in i byggnaden. Radonsugaren får ej placeras inne i huset utan den placeras oftast på vinden. Marken är oftast fuktig och kall, därför måste radonröret isoleras så att det inte uppstår kondens. I en del fall är det tillräckligt att bara installera radonrören utan en skild radonsugare, men det är dock alltid bättre att försäkra radonborttagningen maskinellt.

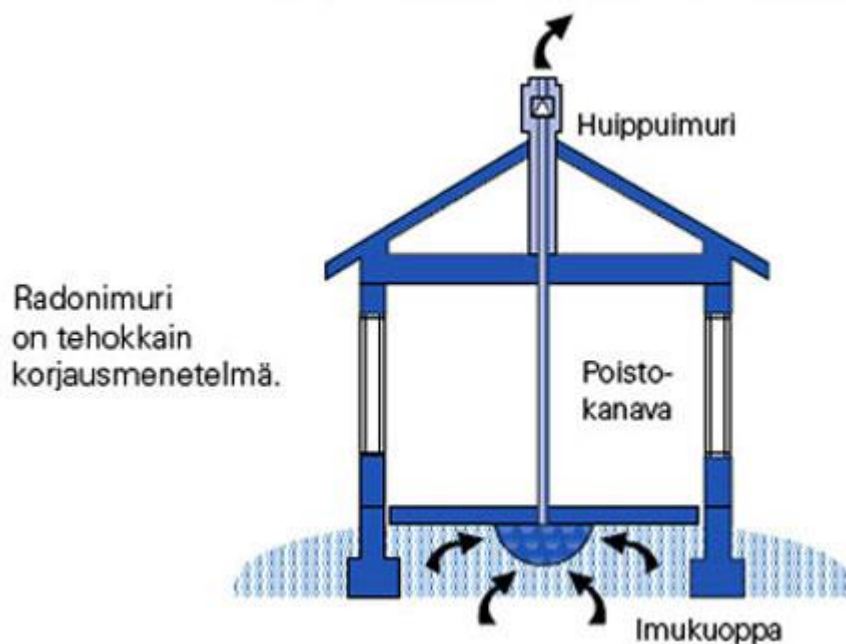


Bild (2) demonstrerar hur en radonsugare fungerar. (Seinäjoensanomat 2012)

Det är också viktigt att alla fogar och genomföringar är täta eftersom ett läckage höjer betydligt radonhalten. Om det förekommer risk för radon är det säkraste alternativet ändå ett ventilerat kryprum. En tillräcklig mängd av ventilationshål i krypgrunden räcker oftast att minska radonhalten, men om man vill försäkra sig om tillräcklig ventilation kan man också installera maskinell ventilation i krypgrunden. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.29,30,31,32. Stuk 2012)

6. Dränering

När grundvattennivån är betydligt lägre än grundläggningsdjupet, räcker det oftast att hålla grunden torr med dränering, dräneringsskikt och sidofyllningar så att marken sluttar bort från byggnaden.

Dräneringen installeras ytterom grunden samt under grundläggningsnivån, på sådant avstånd att lasterna från grunden inte söndrar dräneringsröret. I varje hörn av dräneringsystemet kommer en inspektionsbrunn. Dräneringen fungerar med hjälp av gravitation, vilket betyder att rören måste alltid luta mot insamlingsbrunnen. Lutningen på dräneringsrören måste vara minst 0,5%. Dräneringsrören samlar upp vattnet runt grunden och för det till insamlingsbrunnen, därifrån leds vattnet vidare endera till det kommunala ytvattensystemet eller terrängen ifall det inte finns ett ytvattensystem.

Om grundvattennivån är nära eller ovanom grundläggningsnivån, måste dräneringen göras tillräckligt tät över hela byggnadsgrunden så att marken hålls torr. I svåra situationer kan det vara nödvändigt att maskinellt pumpa vattnet vidare från insamlingsbrunnen. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.20, 21)

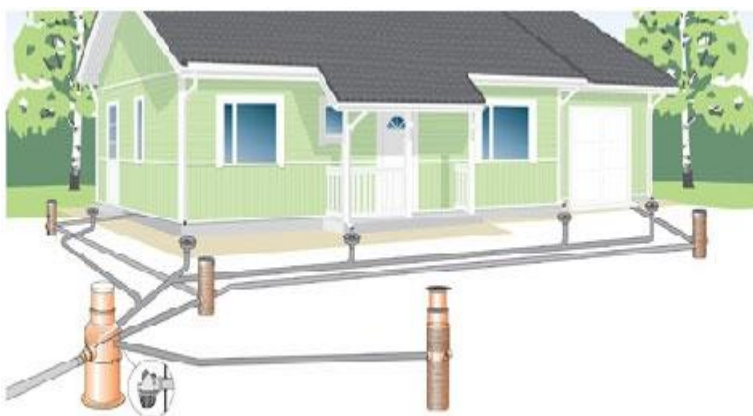


Bild (3) visar ett vanligt dräneringssystem. (Rpthaku 2012)

7. Grundläggning på olika jordmånar

7.1. Grundläggning på berg

Huset grundläggs på berg då bergsytan når markytan eller när det är så tunt jordskikt på berget att man kan skrapa eller lätt gräva bort jordskiktet.

Vid grundundersökningen mäter man höjdskillnaderna på berget så att det är ekonomiskt effektivt att planera hur tomten skall grävas, att avlopps- samt vattenledningarna får rätt lutning och att golvytan blir i rätt höjd.

Ojämnheter jämnas oftast ut med hjälp av betong under grundmuren med 200 millimeters ”trappor” så att det går ihop t.ex. med lättgrusblockets modulmått. Ifall ojämnheterna är stora måste berget sprängas. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.10, RT 81-10486, 1992, s.4)

7.2. Grundläggning på morän

Morän är ett bra byggunderlag på grund av att moränjorden inte pressas ihop, den är inte porös eller fluffig, vilket gör att egnahemshusets sättning på moränjord är obetydlig och därför behövs inte husets sättning beaktas i planeringen av grunden. På grund av mycket stenar och moränens täthet försvårar det dock grävningsarbetet en hel del. Vid grundundersökningen räcker det att ytskiktet identifieras som morän för att jordmånen duger till byggunderlag. Under moränlagret finns det oftast inte så svaga jordlager att det skulle behövas beaktas i byggandet av egnahemshus. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.10, RT 81-10486, 1992, s.4)

7.3. Grundläggning på grovkornig mark

Med grovkornig mark menar man sand eller grus vars kornstorlek är för sand (0,06-2) mm och för grus (2-60) mm. Sättningen för hus som är byggt på grovkornig mark är låg men dock större än på moränjord.

Sättningen sker främst då när hustyngden kommer i kontakt med marken vid byggnadsskedet vilket betyder att när huset är uppbyggt så då sätter sig inte marken mera.

Det bör nämnas att grovkornig mark är oftast så bra vattengenomsläpplig att det inte behövs dränering.

Av de olika alternativen gällande grundläggningen på grovkornig mark så är det förmånligaste alternativet att bygga grunden i form av sockel samt grundmur. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.10, RT 81-10486, 1992, s.4)

7.4. Grundläggning på finkornig mark

Till finkornig mark hör lera och silt vars kornstorlekar är högst 0,002 mm för lera och för silt (0,002-0,06) mm. När man bygger på finkornig mark är sättningen så stor att den måste tas i beaktande redan vid planeringsskedet.

Sättningen kan ske i flere årtionden och för att kunna uppskatta sättningen måste man fastställa byggnadens/husets laster, jordlagrets tjocklek samt jordartens egenskaper. Grundvattnet har också en betydande roll i sättningen, t.ex. ifall grundvattennivån sjunker.

Ifall byggunderlaget består av ett hårt siltskikt är det möjligt att bygga ett egna hemshus med markbelagd bottenbjälklag, för då är sättningen högst några centimeter. Ifall byggunderlaget består av mjuk silt eller lera måste huset grundläggas med pålar. Ett annat alternativ är en så kallad förlättningsmetod, vilket betyder att man byter ut silt eller lermarken med lättgrus.

Finkornig mark är alltid tjälbildande och släpper väldigt dåligt vattnet igenom sig vilket betyder att dränering alltid behövs. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.10, RT 81-10486, 1992, s.4)

8. Grundläggning av Heikius-hus

Enda grundläggningsmetod som Heikius-hus företaget använder sig av är ventilerad krypgrund. Av vilket material och på vilket sätt grunden görs får kunden själv välja, dvs. det är ingen skillnad om det är en helgjuten betonggrund, lättgrusblocksgrund etc. Heikius-hus företaget använder trä som material till bottenbjälklaget. Heikius-hus ställer även krav på så kallade toleranser. Dessa krav är på höjden ± 3 mm och på korsmåttet ± 15 mm.

Samarbetet mellan Heikius-hus och husköparen är uppgjort så att det alltid är kunden som ansvarar för tomtanskaffningen och byggandet av grunden. Vid grundläggning av Heikius-hus gäller samma principer som för vilket egnahemshus som helst gällande jordmånen och dräneringen.



På bild (4) syns en början till en grund. (Tähtiasunto 2013)

Utöver kraven gällande grunden behövs det också en välbärande väg fram till tomten, så att en lastbil med släp (25m) skall kunna komma så nära tomten som möjligt. Lyftkranen på 25-60 ton skall klara av att lasta av huselementen från släpet till grunden med ett lyft. Ifall det inte lyckas med ett lyft, betalar kunden för omlastningskostnader samt andra eventuella tilläggskostnader.



På bild (5) syns ett halvfärdigt Heikius-hus och i bakrunden syns en lyftkran som håller på att lyfta ett hus-element på plats. (Tähtiasunto 2013)

På bilden nedan syns en ventilerad krypgrund av lättgrusblock med ett Heikius-hus.

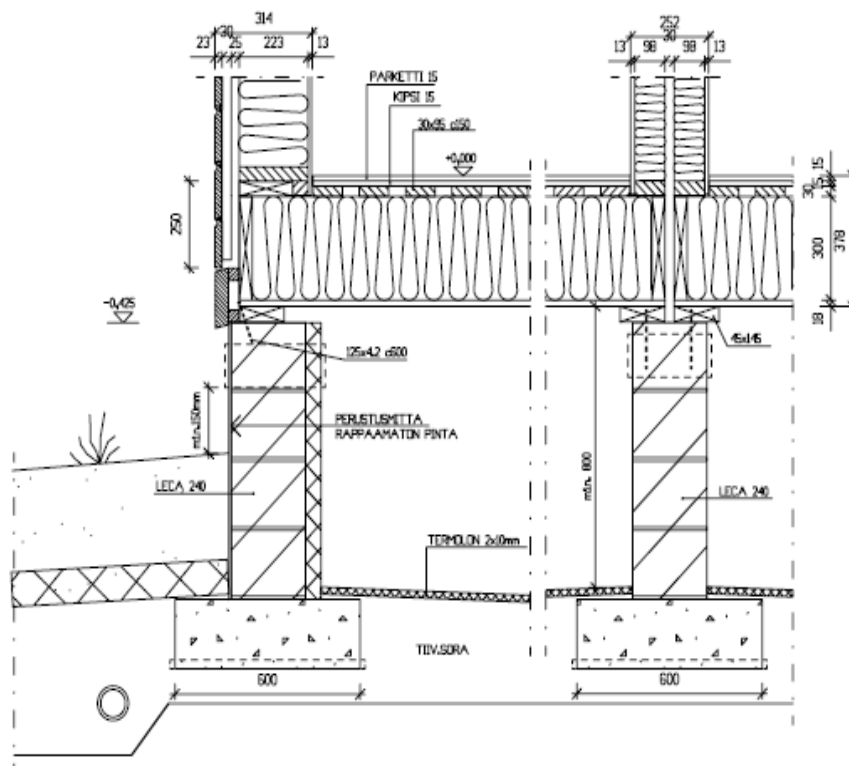


Bild (6) är en detaljritning på Heikius-husgrund. Kunden skall leverera allt som kommer under bottenbjälklaget. (Tähtiasunto 2013)

Efter att grunden är färdig ansvarar kunden ännu för några andra saker. Kunden ansvarar för täckning samt förvaring av eventuellt lösmaterial t.ex. bräder som kan behövas under monteringen. Kunden skall ta hand om skyddandet av stommen under monteringsskedet, dvs. förse stommen med presenningar ända tills taket är monterat och huset är vattentätt. Heikius-hus behöver tre strömuttag (3x220V/16A) vid montering av huselementen. (Tähtiasunto 2013)

9. Ventilerad krypgrund

Orsaken till att jag härnäst beskriver grundläggningsmetoden med ventilerad krypgrund är att detta är det enda alternativ som Heikius-hus använder. Dessutom har min syster hela sitt liv bott i ett gammalt stockhus med ventilerad krypgrund. Hon har upplevt det som ett friskt hus, både gällande ventilationen samt radonhalten.

Ventilerade krypgrunder har använts länge som bottenbjälklag. Oftast delar man in de ventilerade krypgrunderna i den traditionella och den moderna krypgrunden.

I den traditionella krypgrunden används som isolering tjocka lager av mossa, torv, sand etc. (isoleringsskikt). De bärande konstruktionerna är gjorda av massivt trä och är också delvis belägna under isoleringsskiktet. Isoleringsskiktet är inte helt lufttätt, vilket garanterar en god ventilation.

Traditionellt konstruerades den ventilerade krypgrunden så, att själva krypgrundens markbädd var belägen högre upp än den omgivande markytan, vilket är fukttekniskt den bästa lösningen.

Den moderna krypgrunden är konstruerad mycket lufttätare än den gamla traditionella krypgrunden. Man installerar vindskyddsskivor under de bärande balkarna och sätter värmeisolering mellan balkarna. Det är vanligt att man också installerar ett ångspärr (t.ex. tjärpapper) under golvytan.

På grund av att värmeisoleringen i moderna ventilerade krypgrunder blir bättre hela tiden leder det till att själva krypgrundens temperatur hålls kall. En ventilerad krypgrund fungerar fukttekniskt bra på vintern. Det beror på att krypgrundens temperatur är relativt densamma som uteluften. Kall luft kan innehålla mindre fukt än varm luft, vilket resulterar till det att när den kalla uteluften värms upp av den varmare luften i krypgrunden, binder uteluften fukt till sig.

På sommaren är det tvärtom, då är krypgrundens luft kallare än uteluften. Det resulterar till hög luftfuktighet på grund av att när den varma luften som kan innehålla mera fukt, strömmar in i krypgrunden, så kyls den ner och härav kan det uppstå kondensvatten.

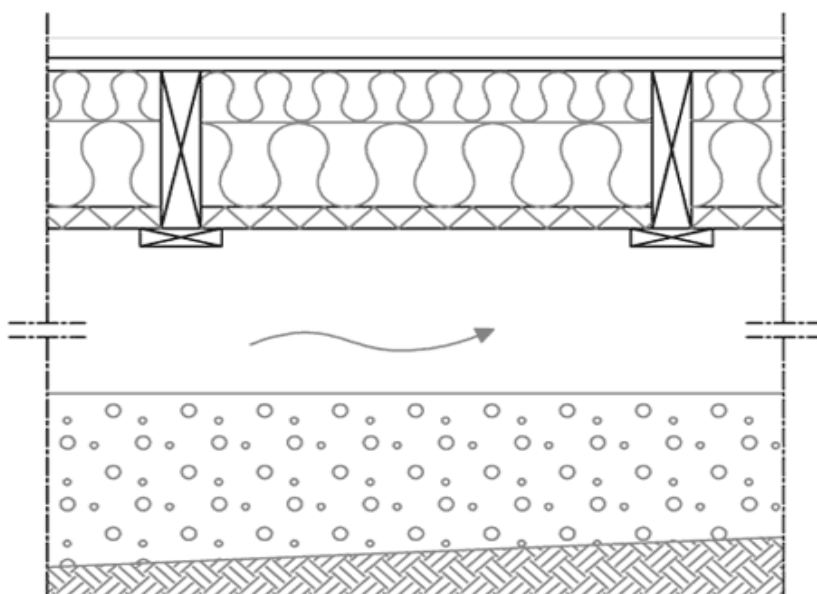
På sommaren kan den relativa fuktigheten i krypgrunden variera från (85-100)%. Om relativa fuktigheten når 100% betyder det att det bildas kondensvatten, vilket i värsta fall kan förorsaka mögel- och svampskador i träkonstruktionerna.

Krypgrundens ventilation på vintern måste vara minst $0,5\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$, vilket betyder att varje timme måste en halv kubikmeter luft bytas ut per en kvadratmeter krypgrund.

Den naturliga (gravitationsbaserade) ventilationen klarar bra av det ovannämnda kravet ($0,5\text{m}^3/\text{hm}^2$). På sommaren när luftfuktigheten är mycket högre är kravet på ventilationen ($3-5\text{m}^3/\text{hm}^2$). (Sisäilmayhdistys 2012)

Ifall den naturliga ventilationen inte klarar av dessa krav, kan man ytterligare öka ventilationen maskinellt. Det rekommenderas att använda sig av maskinell ventilation under sommarperioden från början av maj till slutet av september.

I moderna ventilerade krypgrunder är krypgrundens markbädd lägre än den omgivande markytan. Detta resulterar i två stora utmaningar. Den ena är att det lättare uppkommer vattenpölar under huset, från regn, grundvatten eller vattenläckage och den andra utmaningen är ventilationen i krypgrunden. När krypgrundens markbädd är lägre än omgivningens markyta räcker oftast inte den gravitationsbaserade ventilationen utan då måste man fundera på en maskinell ventilation. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.70-73, Tut 2012, Sisäilmayhdistys 2012, Puuinfo 2012)



I bild(7) syns en modern ventilerad krypgrund med en vindsyddskiva längst ner och isolering mellan de bärande träbalkarna. (Rockwool 2012)

10. Produktalternativ för grunden

10.1. Sockel av lättgrusblock

Orsaken till att jag har valt att berätta om Leca-block är att det är en relativt känd tillverkare av lättgrusblock. Leca-blockens huvudråvara är Leca lättgrus. Leca tillverkas genom att man sväller lera i en hög temperatur, vilket gör att ytan hårdas men inre sidan behålls porös. Leca-blocken produceras av fuktig lermassa, Leca lättgrus samt cement och vatten. Som isolering i blocken används polyuretan. På grund av blockenas härdade yta suger de inte vatten i sig och därmed börjar de inte mögla.



Bild(8) är ett vanligt Leca block. (Talotarvike 2012)

10.1.1. Installation

Samma förarbeten krävs när man bygger grunden med Leca-block, som med vilken annan produkt som helst. Betongsulan gjuts enligt ritningarna. När huset grundläggs måste betongsulan förses med genomföring, vilket betyder att det installeras tillräckligt med rör igenom sulan så att vattnet rinner ut till dräneringsrören.

Leca har även egna grundsulsblock, vilka fungerar bra då tomten har en god bärförmåga och markytan är jämn. Ifall man använder Lecas grundsulsblock undviker man alla svåra formgivnings- och gjutningsarbeten. Blocken armeras med två 10 mm:s järn och fylls endera med murbruk eller betong.

När grundsulan är färdig kan man påbörja grundmuren. Grundmuren, som görs av Leca-block är ett allmänt alternativ och kan användas vid vilken typ av bottenbjälklag som helst t.ex. markförlagd platta, krypgrund eller källare.

När man murar med Leca-block behövs bl.a följande; murbruk, murbruksblandare, skottkärra, gummihammare och vattenpass.

För att få logistiken att fungera på byggsplatsen bör följande saker beaktas. Placeringen av Leca-blocken, skall placeras utanför eller innanför bygggrunden. Det lönar sig att bygga en hållbar väg så nära husbygget som möjligt att lastbilen lätt kan avlasta byggmaterialet. Leca-blocken måste alltid hållas rena och på vintern är det viktigt att de inte blir våta och fryser. Armeringen är också viktig att hålla ren och torr, likasom torrbruket måste hållas torrt annars går det inte att använda det mera.

Murningen börjar med att man slår bräder i marken vid varje hörn. Bräderna märks med 20 cm:s höjdfördelning (Leca-blockens höjd) och med hjälp av linjetråd håller man murningslinjen rak. Själva murningen körs igång från hörnet och man skall alltid sträva till att mura ett helt varv åt gången. När man murar med Leca-block behövs inga lodräta fogar, vilket försnabbar arbetet avsevärt. Det rekommenderas att använda en murbrukskälke. Kälken fylls med murbruk och dras över Leca-blocken, på så sätt kommer det rätt mängd av murbruk på varje block. (Se bilden nedan)



Bild(9) visar hur en murkälke fungerar. (Taloon 2012)

När det första varvet av Leca-block är murat, fyller man skårorna med murbruk och armeringen trycks i murbruket. Armeringen kräver ett 15 mm:s skyddsskikt av murbruk eller betong, mot korrosion, så därför är det också viktigt att man inte trycker dem ända till botten. På grund av det hårda jordtrycket som påfrestar grundmuren är det oerhört viktigt att armeringen av Leca-blocken görs med omsorg. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.39-48, E-weber 2012)

10.1.2. Sockelisolering

När det är fråga om Leca-block och isolering kommer man relativt lätt undan. Det finns block som har färdigt polyuretan i sig så de behövs inte tilläggsisoleras. Detta underlättar och försnabbar installationen en hel del.

10.1.3. Livslängd

Livslängden för Leca-blocken är så gott som evig. Det är större risk att fogarna börjar lossna på grund av rostande armeringsjärn. Därför är det väldigt viktigt att se till att armeringen har tillräcklig med skyddsskikt på sig.

10.2. Platsgjuten/betongelement sockel

Betong är ett byggnadsmaterial som består av ballast (stenmaterial) cement och vatten.

Som byggnadsmaterial är betong väldigt mångsidigt, det är hållbart och kan skulptureras till vilken form som helst.

Huvudsakligen talar man om två alternativ då man använder betong vid byggandet av husgrunder. Det ena alternativet är när man själv bygger formarna (platsgjuten), armerar och gjuter dem. Det andra alternativet är att man beställer färdiga betongelement.

10.2.1. Installation

I frågan om platsgjuten grund försöker man oftast bygga formen så att man kan gjuta grundsulan och grundmuren på samma gång.

Formen byggs vanligtvis av bräder (22x100) mm men kan också byggas av skivor. Det uppkommer gjuttryck när grunden gjuts, därför är det viktigt att stöda formen ordentligt.

När formen är byggd är det dags att armera den, armeringen sker enligt konstruktionsplanen. Ur konstruktionsplanen framkommer hur mycket och vilken sorts armering som krävs, samt vilken kvalitetsbetong som skall användas.

Byggandet av sockeln underlättas och för snabbas betydligt när grunden är genomförd med färdiga sockelelement, jämfört med vanliga grunder byggda förhand. Elementen görs i torra, varma och övervakade omständigheter. Arbetsskeden (installation av elementen, foggjutning) utgör nu bara en bråkdel av det arbetet, som om man skulle gjuta grunden på plats. Gjutningen av grundsulan och installationen av grundmuren samt gjutningen av fogarna räcker högst några dagar.

Vid grundläggning med färdiga betongelement börjar arbetet med gjutning av grundsulan. När det är frågan om färdiga element krävs det inte en kontinuerlig grundsula, utan det räcker att sulan befinner sig vid elementskarven. Grundmurselementen installeras oftast rakt från lastbilen med lyftkran till sin slutliga plats. Ifall elementen behövs lagras på byggplatsen måste ett stadigt underlag byggas. Elementen skall lagras stående och därför måste de stödas bra så att risken för att de rasar elimineras. Grundmurselementen lyfts från lastbilen i sina lyftselar. Till elementleveransen tillhör de nödvändiga lyftremmarna som behövs till installationen.

Lyftutrustningen inspekteras alltid i fabriken före leveransen och är på fabriken ansvar. Under tiden som elementen lyfts på plats måste det finnas ett tillräckligt stort säkerhetsområde, så att ingen är i fara ifall någonting går snett med lyftet av elementen.

Grundläggning med element är som att bygga med legobitar, det är bara att lyfta elementen på sina rätta platser. När elementen är på plats skall fogarna gutas ihop, och elementstöden får ej tas bort före fogarna har torkat. (Rakentajan Tietokirjat, 2010, s.35-38)

10.2.2. Sockelisolering

Platsgjuten grund kräver mycket mera arbete än färdiga element, detta gäller också för isoleringen. Efter att grunden är gjuten måste formen rivas bort, och beroende av valet av bottenbjälklag måste grunden ännu isoleras.

Sockelelementen är som Leca-blocken också färdigt isolerade, så de kräver ingen tilläggsisolering.

10.2.3. Livslängd

Betongens livslängd beror på till vilket ändamål den är planerad. Den vanligaste livslängden är 50-100 år. Det beror på vilken sorts betong som har använts och hur stora armeringens skyddsskikt är, ju större skyddsskikt desto längre livslängd.

10.3. Grundsulsmoduler

LammiTassu är en grundsulsmodul som innehåller färdig armering. Stommen är gjord av plast och armering, modulerna är 5 m långa och väger endast 20 kg. På grund av modulernas vikt är LammiTassu ett snabbt och enkelt sätt att bygga grundsulan. Det är möjligt för en yrkesman att installera modulerna och gjuta grundsulan på en och samma dag, vilket innebär en stor besparing i både tid och kostnader.

Det finns inga former som skall rivas bort efter gjutningen och då sparar man tid samt avfallskostnader. Det är lätt att beräkna kostnaderna för en LammiTassu grundsula, för det krävs ingenting annat än modulerna och betongen.

En lastbil transporterar till byggplatsen de färdigt armerade modulerna, som är staplade inne i varandra. Det sparas pengar i leverenskostnaderna på grund av den lätta vikten och när de tar relativt lite utrymme. Modulerna rekommenderas att placeras nära den slutliga installationsplatsen för att underlätta arbetet.



Bild(10) är en LammiTassu modul. (Lammi-perustus 2012)

10.3.1. Installation

Vid installation av LammiTassu modulerna krävs det inga specialverktyg. De verktyg som behövs är tång för att klippa armeringen, ståltråd och krok för att binda fast armeringen i varandra. Med leveransen kommer en tydlig och detaljerad installationsguide, som passar både för yrkesmän och privata byggare.

Före installationen kan påbörjas måste marken under den kommande byggnaden vara jämn och i rätt höjd.

Linjerna för grundsulan märks ut på den utjämnade markytan och installationen av modulerna skall börjas från hörnen. Armeringen måste granskas från grundläggningsritningarna. Ifall det krävs mera armering, går det lätt att tilläggsarmera modulerna. Ändan av modulen fastsätts med hjälp av en ändbit som klipps bort av en modul och böjs till en halv rektangel.



I bild(11) gjuts LammiTassu grundsulan. (Vimeo 2012)

Hörnen fastsätts på samma sätt, man klipper en bit av modulen men böjer den i 90 graders vinkel, och binder vinklarna fast med ståltråden.

Modulerna måste stödas med modulbindningar så att de håller betongens tryck. Bindningarna skall bindas tvärsöver modulen med en fördelning på 600 mm. Ifall modulen är 400 mm hög kommer modulbindningen på en höjd av 200 mm. Skarvarna av modulerna skall gå in i varandra med 400 mm, och bindas fast från botten samt sidorna. Ifall det finns nivåskillnader i marken, är det bara att klippa upp sidorna och böja modulen enligt marken, öppningarna som uppstår vid sidorna fastsätts med delar av modulbitar.

När LammiTassu modulerna är pusslade ihop enligt husets form är det bara kvar att gjuta grundsulan. När grundsulan är gjuten är arbetet klart, som sagt när betongen har torkat behövs inga formar rivs från modulerna.

Det är viktigt att beakta att LammiTassu är enbart en grundsulsmodul, vilket betyder att en grundmur behövs ännu till detta. Grundsulan är av standardmått så det går att välja vilken grundmur som helst, t.ex. Leca-block, betong eller t.o.m natursten. (Lamminbetoni 2013)

10.3.2. Grundsulans isolering

Grundsulan kräver inte någon extra isolering, tjälisoleringen är det enda som man behöver tänka på. En bitumenfilt rekommenderas att läggas mellan grundsulan och grundmuren, för att hindra kapillärfukten från att stiga till grundmuren.

10.3.3. Livslängd

LammiTassu har samma livslängd som betong. Det beror på vilken sorts betong som väljs, vanligaste livslängder för betongen är 50-100 år. LammiTassus ytskikt är av plast så det påfrestas inte av korrosion.

10.4. Natursten

Byggandet av egnahemshus i gammaldags stil är en stigande trend och till denna trend hör också att grundmuren är gjord av natursten. Det har också bevisat sig att många av de gamla byggtrenderna är hållbarare och bättre än de nya.

En grundmur av massiv natursten är ett hållbart och fukttekniskt bra alternativ, natursten resisterar fukt och behöver därför inte ytbehandlas. Naturstenen har en vacker fasad. Den vanligaste naturstenen som används i Finland är granit.

Natursten används mycket som sockelbeklädnad i höghus och offentliga byggnader. Som sockelbeklädnad är natursten en dyr investering till ett litet egnahemshus för att då krävs det en vanlig grundmur samt natursten. Det finns flera företag i Finland som skulpturerar natursten så det är möjligt att få stenar i nästan i vilken form och storlek som helst. (Finstone 2012)

10.4.1. Installation

Förberedande arbeten för tomten är desamma som för alla andra grundläggningsmetoder. Natursten som grundmur kräver dock också en grundsula, enklast och billigast blir det om man väljer en betongsula. Installationen av natursten är relativt enkel när man beställer dem i rätta mått som har jämn fogyta. Ifall stenarna beställs som block, som går att lyfta för hand är installationen likadan som murandet av Leca-block. Stenarna muras ihop med murbruk. Det rekommenderas en ventilerad krypgrund i sammanhang med naturstens grundmur, på grund av att isoleringen av den ojämna ytan är svår.

10.4.2. Sockelisolering

Naturstenen behöver ingen tilläggsisoleringen för att den tål fukt och kyla mycket bättre än betong och Leca-block.

10.4.3. Livslängd

Livslängden för natursten är väldigt lång på grund av att naturstenen tål vatten och kyla. Stenen är också väldigt tålig mot stötar, vilket gör naturstenen till ett väldigt pålitligt grundmursmaterial.

11. Kostnad

I tabellerna nedan har jag räknat ut vad de olika grundläggningsmaterialerna kostar till ett 120m²:s bottenplan och en timpeng på 35€ inklusive moms. Grunden är totalt 55,4 m lång. Beräkningarna består av material- samt arbetskraftskostnader. Detaljritningar på grundläggningarna finns bifogade i bilaga (1) och uträkningarna framgår ur bilaga (2). Arbetskraftskostnaderna är räknade enligt Ratu- KI-6017 och materialpriserna har jag tagit från www.taloon.com.

Bild (12) visar bottenplanet på den beräknade grunden.

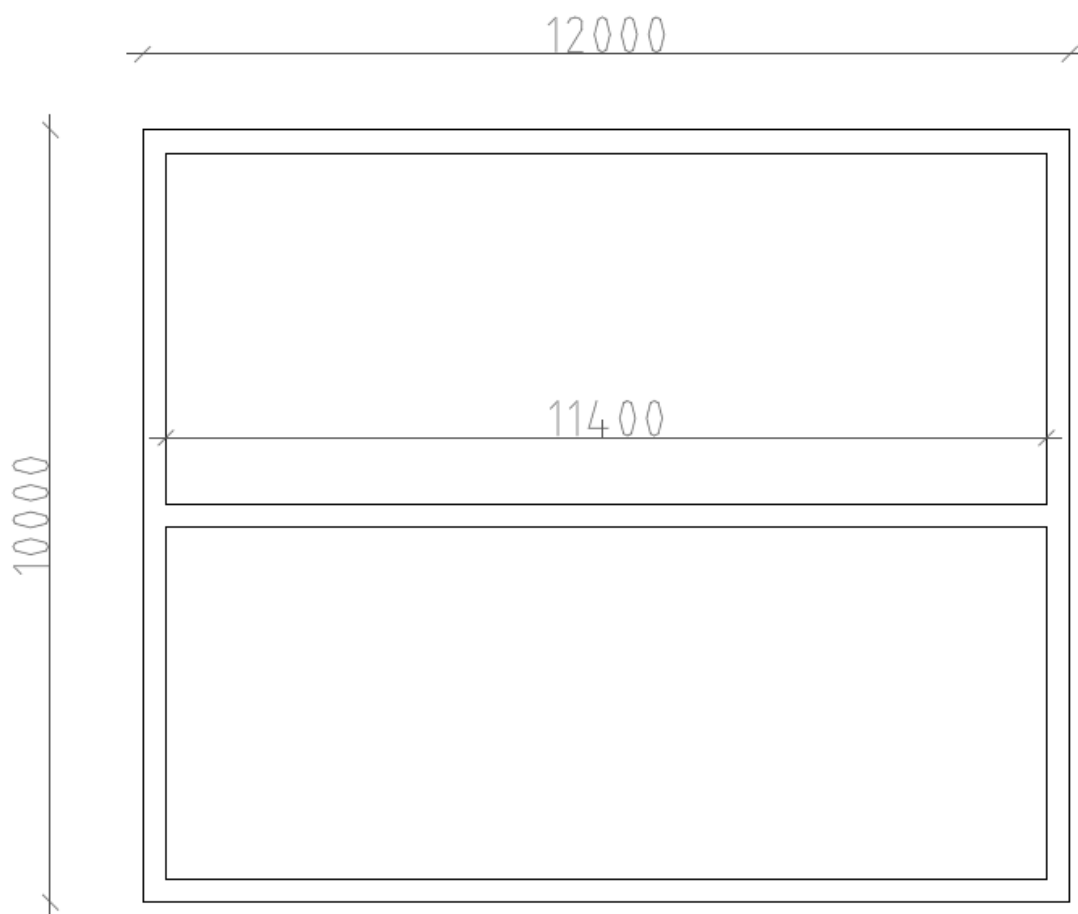


Bild (12) är en ritning på det bottenplanet jag har gjort mina beräkningar på.

Tabell (1) Kostnad för Leca-block och Leca grundsula

Leca-block+Leca grundsula	€
Leca-block	3 200,13
Grundsulsblock	742,00
Betong	166,59
Murbruk	166,50
Armering	274,23
Arbetskostnader	2 108,61
Sammanlagt	6 868,31
€/m	123,98

Tabell (2) Kostnad för Leca-block och betongsula

Leca-block+Betongsula	€
Leca-block	3 194,36
Murbruk	166,5
Armering	275,89
Betong	958,47
Virke + distansklossar	536,98
Arbetskostnader	2 600,57
Sammanlagt	7 732,77
€/m	139,58

Tabell (3) Kostnad för LammiTassu samt Leca-block

LammiTassu+Leca-block	€
Moduler	1 308,00
Betong	958,47
Block	3 194,36
Murbruk	166,50
Armering	199,44
Arbetskostnader	2 499,55
Sammanlagt	8 326,32
€/m	150,29

Tabell (4) Kostnad för natursten och betongsula

Natursten+Betongsula	€
Natursten	30 525,00
Betong	958,47
Armering	76,45
Virke + distansklossar	536,98
Arbetskostnader	7 326,35
Sammanlagt	39 423,25
€/m	711,61

Tabell (5) Kostnad för betonggrund

Betongsula+Betongmur	€
Betong	3 170,43
Armering	563,73
Virke + distansklossar	1791,16
Isolering	365,60
Arbetskostnader	4 479,72
Sammanlagt	10 370,64
€/m	187,19

I ovanstående tabeller har jag jämfört priser gällande olika grundläggningsmaterial. Jag har kommit till det resultatet att en grund gjord av Leca-block blir det mest förmånliga alternativet med ett löpmeterpris på 123,98 €. Alla grundläggningar baserade av Leca-block rör sig i relativt samma prisklasser med ett undantag vilket är LammiTassu och Leca-block kombinationen. Grundläggningspriset med Leca-block varierar mellan 123,98€ Och 150,29€. Den mest förmånliga Leca-block kombinationen är Leca-block grundmur med Leca-block grundsula (123,98 €), på andra plats kommer Leca-block grundmur med en betongsula (139,58 €) och den dyraste kombinationen är Lammitassu grundsula med Leca-block grundmur (150,29 €). En helgjuten betonggrund är en aning dyrare än de Leca-block baserade grundläggningar med ett löpmeterpris på 187,19 €. Kostnadsmässigt det mest värdefulla grundläggningsmaterialet är en grundmur gjord av natursten och betongsula. Den är ca fyra gånger dyrare än de andra material alternativen med ett löpmeterpris på 711,61 €.

I tabell (1) är det frågan om en grund som är byggt med Leca-block, både grundsulan och grundmuren. Armeringen och murbruket som jag har räknat med är enligt tillverkarens anvisningar.

Grundsulans armering består av tre stycken 8 mm:s armeringstånger (A500HW) och grundmuren är armerad med två 8 mm:s armeringsstånger i varje varv.

Grundsulan är murad med ett varv av Lecas grundsulsblock (LA-400) och själva grundmuren består av två varv av Lecas ”reikäuraharkko” (RUH-300) och tre varv av Leca-term block (LTH-300). Leca-term blocken är färdigt isolerade så de behöver inte isoleras separat.

I tabell (2) har jag använt mig av Leca grundmur och betonggrundsula. Grundmuren är av precis samma material som i tabell (1). Grundsulan är gjuten av betong och formen är tillverkad av metervirke (22x100) mm och (50x100) mm. Grundsulan är 200 mm hög och 600 mm bred, betongen är beställd från Rudus och är av kvalitet C25 med kornstorlek 32 mm, vilket enligt deras instruktioner passar ypperligt till grundläggning av småhus. I grundsulan har jag räknat med 2x10 mm:s armering.

Tabell (3) består av LammiTassu grundsulselement och Leca grundmur.

I LammiTassu elementen ingår formen samt armeringen och betongen är densamma som i tabell (2). Grundmuren är murad av samma Leca-block som i de föregående uträkningar så det har inte skett några ändringar till dem.

I tabell (4) är grunden gjord av betongsula och grundmuren av natursten. Grundsulan är gjuten med samma betong som i tabell (2) och formen är också byggd av samma material som i tabell (2). Grundmuren består av naturstensblock med måtten (400x400x500) mm. Jag har använt mig av natursten som Loimaan Kivi har producerat.

Tabell (5) är en fullständig betonggrund, vilket betyder att både grundsulan och grundmuren är gjuten av betong. Formen är byggd som en hel modul, vilket möjliggör gjutningen av sulan och muren med samma form. Som virke har jag använt mig av bräder (22x100) mm och plankor (50x100) mm. Som armering har jag använt mig av 10 mm:s armeringsstänger.

Ovanstående priser och beräkningar är riktgivande. Grunden byggs alltid enligt grundritningarna som är gjorda av en konstruktionsplanerare och först när ritningarna är färdiga är det möjligt att räkna de exakta kostnaderna. Hela grundläggningsprocessen, armeringen, betongen och gjutformen bestäms av planeraren. (Taloon 2013, Finstone 2013, Rudus 2013, Ratu 2013)

12. Jämförelse

Det finns fördelar och nackdelar i alla grundläggningsprodukter.

Alternativ (1), vilket är en Leca grund, är ett snabbt och förmånligt grundläggningssätt. Blocken är lätta att mura, man fyller fårorna med murbruk och armering, sedan staplar man dem på varandra ett varv i taget. Men nackdelen med den är att det krävs ett välbärande botten på grund av att sulan är relativt smal (400 mm).

Alternativ (2) är Leca grundmur med betongsula. Grundmuren är lätt att mura när sulan är rätt gjord. Fördelarna med en betongsula är att man själv kan välja bredden samt höjden på den och ifall man bygger en bredare form kan man säkra sig om en bättre bärande sula. Nackdelarna med betongsulan är att det fordras ett mera krävande formnings- samt armeringsarbete som tar längre tid och att det krävs en viss kunskap i att kunna bygga betongformen.

Det tredje alternativet är LammiTassu med Leca grundmur. Fördelen med LammiTassu är att det är ett lätt och snabbt sätt att gjuta en groundsula. På grund av dess lätta vikt (20 kg/modul) är den väldigt lätt att bearbeta.

Man placerar modulerna på sin rätta plats och på grund av den färdigt armerade formen sparar man mycket tid. När formen är på sin rätta plats är det bara att fylla formen med betong.

Alternativ (4) är en betongsula med natursten som grundmur. Fördelarna med natursten är det vackra utseende och så klart den eviga livslängden. Nackdelarna är priset, naturstenen är mångfaldigt dyrare än alla de andra sätten som jag har jämfört med.

Sista alternativet (alternativ 5) är en fullständig betonggrund, vilket betyder en betongsula samt betongmur. Fördelarna med betonggrund är ett förmånligt pris och att grunden är hållbar och bärande. Nackdelarna är ett komplicerat formgivnings- och armeringsarbete, vilket kräver en hel del kunskaper. På grund av den krävande formgivningen tar det också mycket mera tid.

13. Sammanfattning

När jag nu sammanfattar mitt arbete gör jag följande slutsatser. Jag anser det vara viktigt att påbörja hela husprojektet med en grundundersökning som bör skötas före anskaffningen av tomten. Det är mycket lättare att budgetera hela projektet ifall man vet hurudan jordmån det är frågan om. I värsta eller bästa fall kan grundundersökningen resultera till det att man inte köper ifrågavarande tomt utan söker efter en annan. Ifall tomten består av lermark resulterar det till en mycket dyrare grundläggning, vilket budgeten inte kanske håller. Därför tycker jag att det är viktigt att undersöka jordmånen före man beslutar sig för anskaffningen av tomten.

Ifall man väljer tomten på grund av den mest hållbara jordmånen lönar det sig att sträva efter en tomt med bergsunderlag eller morän. De är de mest hållbara byggnadsunderlag gällande bärförmåga och behöver därför inte beaktas i grundläggningen något extra eftersom de har tillräcklig bärförmåga.

När man har hittat en passlig tomt åt sig är följande steg att börja bearbeta tomten till ett sådant skede att ett hus skall kunna sättas upp där. Vad bör göras på tomten beror långt på hurudan tomt det är frågan om. Ifall det är frågan om en skogstomt skall man fälla skogen och röja bort stenarna.

En av de mera allvarliga saker man bör ta reda på är förekomsten av radon. Södra Finland har de högsta radonhalterna i hela landet.

Radon är en cancerframkallande gas och därför lönar det sig att på allvar planera hur man kan minimera radonhalten i huset. Nuförtiden finns det bra maskiner som ventilerar bort radongaser. Min åsikt är att detta är en sak det inte lönar sig att spara på.

Grund- och regnvatten är också viktigt att på rätt sätt få bortfört från tomten. Med relativt lite arbete vid byggskedet kan man spara mycket pengar samt hälsa i framtiden. Med hjälp av dränering håller man husgrunden torr. Utan ett dräneringssystem kan det lätt leda till fuktskador i stommen på huset vilket i värsta fall leder till mögelproblem. Fukt- och mögelskador är i efterhand dyra att reparera. Det kan också vara svårt att upptäcka mögel i huset. I värsta fall kan det ta flera år före mögelskador upptäcks och det är bevisat att mögel påverkar hälsan negativt.

Ett skede i planeringen är att fundera på av vilket material och med vilken produkt man vill bygga sin grund av. Är det meningen att man själv bygger grunden eller beställer man någon att göra det?

Jag anser att de viktigaste sakerna i detta skede är att fundera på grundens livslängd och kostnaderna. Ifall man har bestämt sig att bygga grunden själv bör man också fundera på vad man själv klarar av att bygga och vem man har som ansvarig arbetsledare. Jag anser och vad också min undersökning stöder är att en Lammitassu grundsula med en Leca-block grundmur är ett bra alternativ. Den grundläggningsskombinationen skulle jag själv välja. Det är inte det förmånligaste alternativet men det hör till det snabbaste och enklaste alternativet gällande uppläggningsen av grunden. Det är också ett hållbart grundläggningssätt och Leca-blocken har en bra isoleringsförmåga.

Gällande grundläggning av Heikius-hus anser jag att kombinationen av LammiTassu och Leca-block är det alternativ jag kommer att rekommendera utgående från min undersökning i ämnet. Detta på grund av enkelheten i att bygga en husgrund av dessa produkter. Kostnadsmässigt är detta också ett av de mera förmånliga alternativen, inte det billigaste men ej heller det dyraste.

14. Källor

Rakentajan Tietokirjat Oy (2010), Pientalon Perustustyöt, 15.11.2012

RT 81-10486, 1992, 13.11.2012

Uusisuomi 2013. <http://jyrkiparkkinen.puheenvuoro.uusisuomi.fi/119803-uraanista> (hämtat 03.01.2013)

Seinäjoensanomat 2013. <http://www.seinajoensanomat.fi/artikkeli/107628-suunnittelu-tuo-silkkaa-saastoa-radonin-torjunnassa> (hämtat 07.01.2013)

Stuk 2012.
http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/stuk_tiedottaa/_files/12222632510022275/default/luonnon_radioaktiivisia_aineita_sisaltavat_materiaalit.pdf (hämtat 28.12.2012)

Rpthaku 2012. http://www.rpthaku.fi/14/company/20/57/39/product332792_14.html (hämtat 20.12.2012)

RT 81-10486, 1992, s.4, 15.12.2012

Tähtiasunto 2013. http://www.tahtiasunto.fi/html_fi/layout/main.htm (hämtat 20.03.2013)

Tähtiasunto 2013. http://www.tahtiasunto.fi/html_se/layout/main.htm (hämtat 20.03.2013)

Rockwool. 2013.
<http://www.rockwool.fi/tuotteet/u/2011.construction/1519/alapohjat/rossipohja-puukannattajat> (hämtat 14.01.2013)

RT 81-10486, 1992, s.4, 17.01.2013

Tut 2012.
<http://www.tut.fi/idcprod/groups/public/@1102/@web/@p/documents/liit/p034323.pdf>,
(hämtat 30.12.2012)

Sisäilmayhdistys 2013.
http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaaminen/maanva-staiset_rakenteet/puinen_alapohja/ (hämtat 15.02.2013)

Puuinfo 2013.

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/tuuletettu-puualapohja/tuuletettu-puualapohjapaivitys-98.pdf> (hämtat 15.02.2013)

Talotarvike 2013. http://www.talotarvike.com/kauppa/product_details.php?p=10296 (hämtat 10.02.2013)

Taloon 2013. <http://www.taloon.com/leca-lex-harkko-uh-150/JJH-40-56sfxv/dp> (hämtat 12.01.2013)

Lammi-perustus 2013. <http://www.lammi-perustus.fi/portal/tuotteet/> (hämtat 05.01.2013)

Vimeo 2013. <http://vimeo.com/tag:lammitassu> (hämtat 20.01.2013)

E-weber 2013. <http://www.e-weber.fi/weber/lisaetietotilaus/julkaisut-janaeytteen/tyoeohjeet/leca-harkkorakenteet-tyoeohje.html> (hämtat 13.01.2013)

Lammibetoni 2013. <http://www.lamminbetoni.fi/attachments/tyoohjeet/lammitassutyohje.pdf> (hämtat 02.01.2013)

Finstone 2013. <http://finstone.fi/koti/kivisokkeli.php> (hämtat 10.01.2013)

Ratu- KI-6017. 10.02.2013

Taloon 2013. <http://www.taloon.com/harkot-tiilet-laastit-terakset/2179/dg>, (hämtat 25.01.2013)

Finstone 2013. <http://finstone.fi/koti/kivisokkeli.php>, (hämtat 20.02.2013)

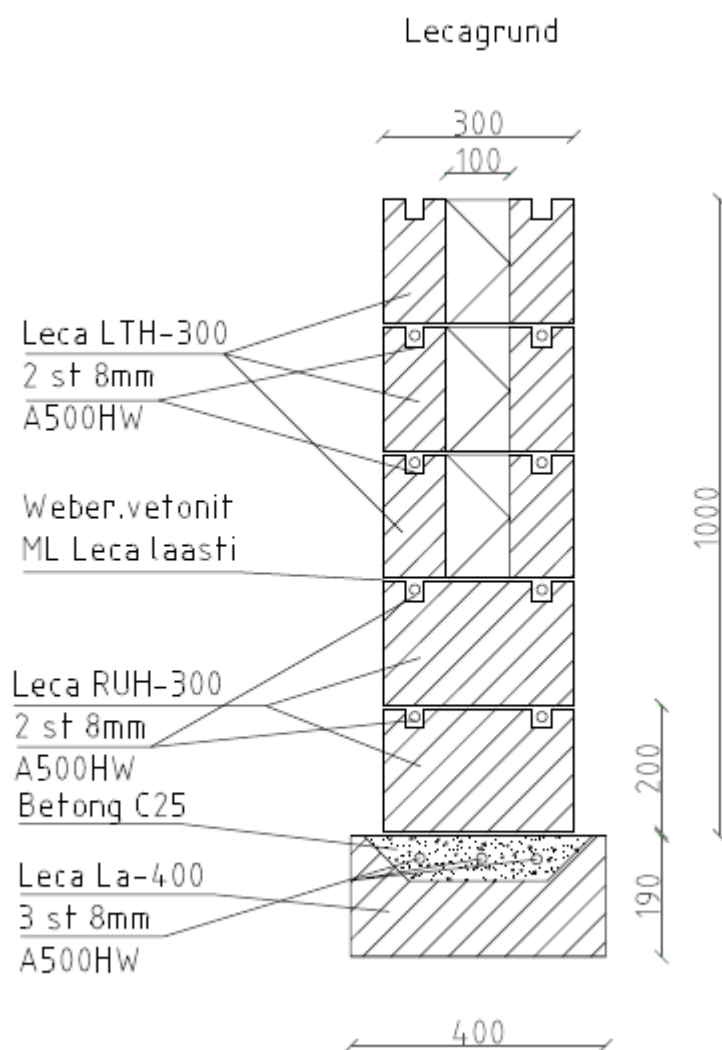
Rudus 2013. <http://www.rudus.fi/tuotteet/betonit> (hämtat 17.02.2013)

Ratu- 22-0402. 17.02.2013

Bilagor

Bilaga1

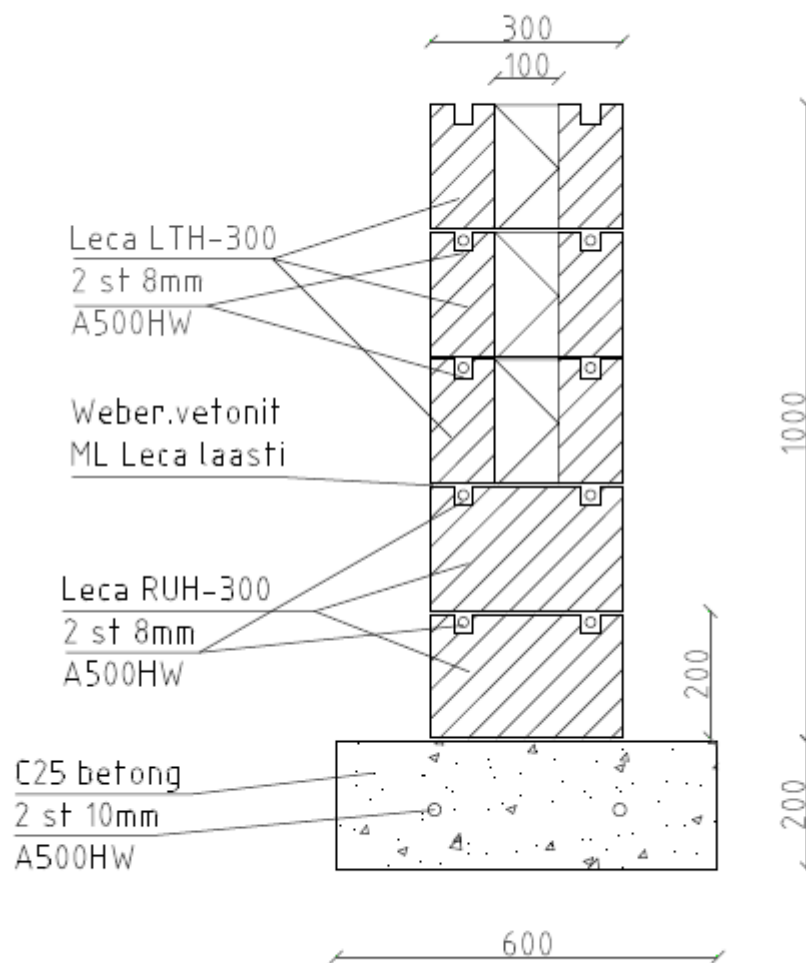
Lecagrund



Bilaga1

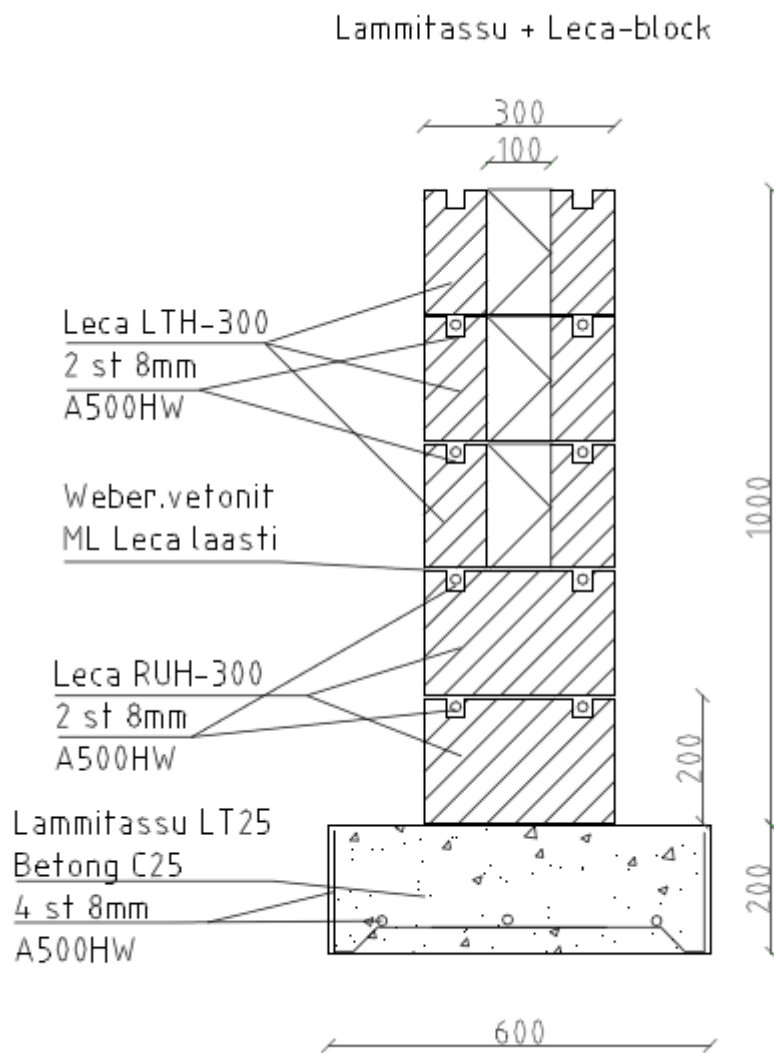
Leca-block + betongsula

Leca-block + betongsula



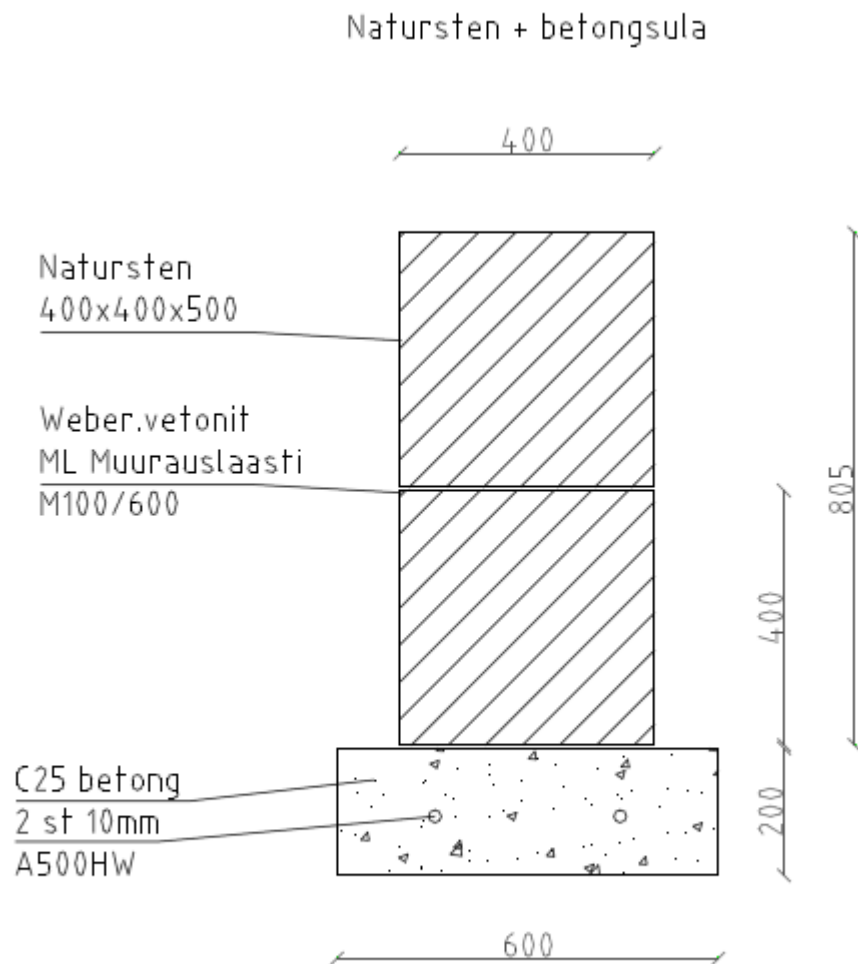
Bilaga1

Lammitassu + Leca-block



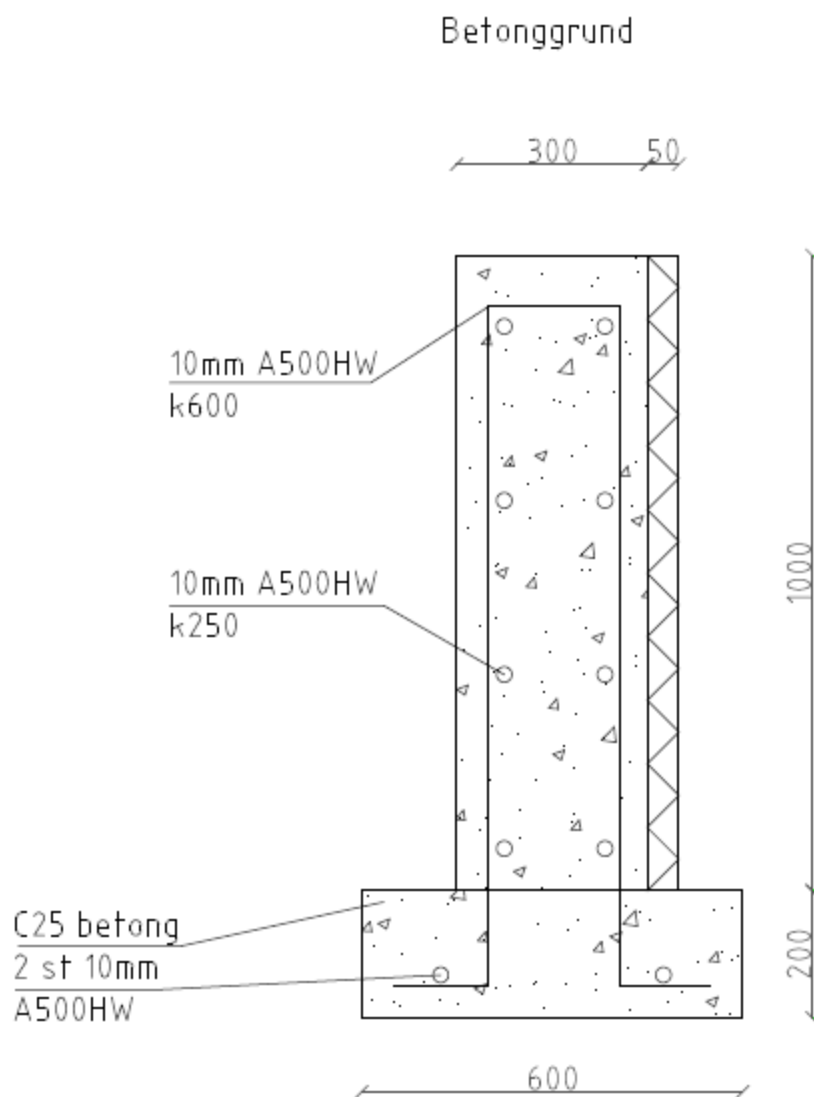
Bilaga1

Natursten + betongsula



Bilaga1

Betonggrund



Bilaga2

Uträkningar

Leca-block + Leca grundsula

tth/m² (työntekijätunti/m²)

Leca-block RUH-300 → (10 st/m² x (0,4 m x 55,4 m)) x 3,63 €/st = 805,86 €

Leca-block LTH-300 → (10 st/m² x (0,6 m x 55,4 m)) x 7,19 €/st = 2 394,27 €

Leca-block LA-400 → (1,8 st/m x 55,4 m) x 7,42 €/st = 742,00 €

Armering 8 mm → (2 st x 4 varv x 55,4 m) + (3 st x 55,4 m) x 0,45 €/m = 274,23 €

Murbruk ML Leca → (2 kg/block x 555 block) x 0,15 €/kg = 166,50 €

Betong C25 → (7 l/block x 100 block) x 133,09 €/m³ + 73,43 € (transport) = 166,59 €

Armeringsarbete → (16,28 tth/ton x 0,24 ton) x 35 €/h = 136,75 €

Betongarbete → (0,2875 tth/m³ x 0,70 m³) x 35 €/h = 7,04 €

Brukblandning → (0,47 tth/m² x 44,32 m²) x 35 €/h = 729,06 €

Murning → (0,495 tth/m² x 66,48 m²) x 35 €/h = 1 151,76 €

Städning → (0,02 tth/m² x 120m²) x 35 €/h = 84,00 €

Sammanlagt: 6 868,31 € (Taloon 2013, Ratu- KI-6017)

Bilaga2

Leca-block + betongsula

RUH-300 $\rightarrow (10 \text{ st/m}^2 \times (0,4 \text{ m} \times 55,4 \text{ m})) \times 3,63 \text{ €/st} = 804,41 \text{ €}$

LTH-300 $\rightarrow (10 \text{ st/m}^2 \times (0,6 \text{ m} \times 55,4 \text{ m})) \times 7,19 \text{ €/st} = 2\,389,95 \text{ €}$

Armering 8 mm $\rightarrow (2 \text{ st} \times 4 \text{ varv} \times 55,4 \text{ m}) \times 0,45 \text{ €/m} = 199,44 \text{ €}$

Armering 10 mm $\rightarrow (2 \text{ st} \times 55,4 \text{ m}) \times 0,69 \text{ €/m} = 76,45 \text{ €}$

Murbruk ML Leca $\rightarrow (2 \text{ kg/block} \times 555 \text{ block}) \times 0,15 \text{ €/kg} = 166,5 \text{ €}$

Virke 22x100 mm $\rightarrow (482 \text{ m} \times 0,62 \text{ €/m}) = 298,84 \text{ €}$

Virke 50x100 mm $\rightarrow (221,6 \text{ m} \times 0,99 \text{ €/m}) = 219,38$

Distansklossar $\rightarrow 139 \text{ st} \times 0,135 \text{ €/st} = 18,76 \text{ €}$

Betong C25 $\rightarrow (6,65 \text{ m}^3 \times 133,09 \text{ €/m}^3) + 73,43 \text{ € (transport)} = 958,47 \text{ €}$

Formningsarbete $\rightarrow (0,4515 \text{ tth/m}^2 \times 22,16 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 350,18 \text{ €}$

Rivning av formen $\rightarrow (0,35 \text{ tth/m}^2 \times 22,16 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 271,46 \text{ €}$

Brukblandning $\rightarrow (0,47 \text{ tth/m}^2 \times 44,32 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 729,10 \text{ €}$

Murning $\rightarrow (0,495 \text{ tth/m}^2 \times 55,4 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 959,81 \text{ €}$

Armeringsarbete $\rightarrow (16,28 \text{ tth/ton} \times 0,244 \text{ ton}) \times 35 \text{ €/h} = 139,10 \text{ €}$

Betongarbete $\rightarrow (0,2875 \text{ tth/m}^3 \times 6,65 \text{ m}^3) \times 35 \text{ €/h} = 66,92 \text{ €}$

Städning $\rightarrow (0,02 \text{ tth/m}^2 \times 120 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 84,00 \text{ €}$

Sammanlagt: 7 732,77 € (Taloön 2013, Ratu- KI-6017)

Bilaga2

Lammitassu + Leca-block

Lammitassu moduler $\rightarrow 12 \text{ st} \times 109 \text{ €/st} = 1\,308,00 \text{ €}$

Betong $\rightarrow (6,65 \text{ m}^3 \times 133,09 \text{ €/m}^3) + 73,43 \text{ € (transport)} = 958,47 \text{ €}$

RUH-300 $\rightarrow (10 \text{ st/m}^2 \times (0,4 \text{ m} \times 55,4 \text{ m})) \times 3,63 \text{ €/st} = 804,41 \text{ €}$

LTH-300 $\rightarrow (10 \text{ st/m}^2 \times (0,6 \text{ m} \times 55,4 \text{ m})) \times 7,19 \text{ €/st} = 2\,389,95 \text{ €}$

Murbruk ML Leca $\rightarrow (2 \text{ kg/block} \times 555 \text{ block}) \times 0,15 \text{ €/kg} = 166,50 \text{ €}$

Armering 8 mm $\rightarrow (2 \text{ st} \times 4 \text{ varv} \times 55,4 \text{ m}) \times 0,45 \text{ €/m} = 199,44 \text{ €}$

Installering av Lammitassu $\rightarrow 2 \text{ pers.} \times 8 \text{ h} \times 35 \text{ €/h} = 560,00 \text{ €}$

Betongarbete $\rightarrow (0,2875 \text{ tth/m}^3 \times 6,65 \text{ m}^3) \times 35 \text{ €/h} = 66,92 \text{ €}$

Armeringsarbete $\rightarrow (16,28 \text{ tth/ton} \times 0,175 \text{ ton}) \times 35 \text{ €/h} = 99,72 \text{ €}$

Brukblandning $\rightarrow (0,47 \text{ tth/m}^2 \times 44,32 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 729,10 \text{ €}$

Murning $\rightarrow (0,495 \text{ tth/m}^2 \times 55,4 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 959,81 \text{ €}$

Städning $\rightarrow (0,02 \text{ tth/m}^2 \times 120 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 84,00 \text{ €}$

Sammanlagt: 8 326,32 € (Taloon 2013, Ratu- KI-6017)

Bilaga2

Natursten + betongsula

Natursten $\rightarrow 222 \text{ st} \times 137,5 \text{ €/st} = 30\,525,00 \text{ €}$

Betong $\rightarrow (6,65 \text{ m}^3 \times 133,09 \text{ €/m}^3) + 73,43 \text{ € (transport)} = 958,47 \text{ €}$

Virke 22x100 mm $\rightarrow (482 \text{ m} \times 0,62 \text{ €/m}) = 298,84 \text{ €}$

Virke 50x100 mm $\rightarrow (221,6 \text{ m} \times 0,99 \text{ €/m}) = 219,38$

Armering 10 mm $\rightarrow (2 \text{ st} \times 55,4 \text{ m}) \times 0,69 \text{ €/m} = 76,45 \text{ €}$

Distansklossar $\rightarrow 139 \text{ st} \times 0,135 \text{ €/st} = 18,76 \text{ €}$

Formningsarbete $\rightarrow (0,4515 \text{ tth/m}^2 \times 22,16 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 350,18 \text{ €}$

Armeringsarbete $\rightarrow (16,28 \text{ tth/ton} \times 0,068 \text{ ton}) \times 35 \text{ €/h} = 38,75 \text{ €}$

Betongarbete $\rightarrow (0,2875 \text{ tth/m}^3 \times 6,65 \text{ m}^3) \times 35 \text{ €/h} = 66,92 \text{ €}$

Murning $\rightarrow (3,5 \text{ tth/m} \times 55,4 \text{ m}) \times 35 \text{ €/h} = 6\,786,50 \text{ €}$

Städning $\rightarrow (0,02 \text{ tth/m}^2 \times 120 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 84,00 \text{ €}$

Sammanlagt: 39 423,25 € (Taloon 2013, Ratu- KI-6017)

Bilaga2

Betonggrund

Betong $\rightarrow (23,27 \text{ m}^3 \times 133,09 \text{ €/m}^3) + 73,43 \text{ €} = 3\,170,43 \text{ €}$

Virke 22x100 mm $\rightarrow (2144 \text{ m} \times 0,62 \text{ €/m}) = 1\,329,28 \text{ €}$

Virke 50x100 mm $\rightarrow (447,6 \text{ m} \times 0,99 \text{ €/m}) = 443,12$

Armering $\rightarrow 817 \text{ m} \times 0,69 \text{ €/m} = 563,73 \text{ €}$

Distansklossar $\rightarrow 139 \text{ st} \times 0,135 \text{ €/st} = 18,76 \text{ €}$

Finnfoam FL-300 $\rightarrow 8 \text{ paket} \times 45,7 \text{ €/paket} = 365,60 \text{ €}$

Isoleringsarbete $\rightarrow (0,153 \text{ tth/m}^2 \times 55,4 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 296,67 \text{ €}$

Armeringsarbete $\rightarrow (16,28 \text{ tth/ton} \times 0,505 \text{ ton}) \times 35 \text{ €/h} = 287,75 \text{ €}$

Formningsarbete $\rightarrow (0,4515 \text{ tth/m}^2 \times 132,96 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 2\,101,10 \text{ €}$

Rivning av formen $\rightarrow (0,3675 \text{ tth/m}^2 \times 132,96 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 1\,710,20 \text{ €}$

Städning $\rightarrow (0,02 \text{ tth/m}^2 \times 120 \text{ m}^2) \times 35 \text{ €/h} = 84,00 \text{ €}$

Sammanlagt: 10 370,64 € (Taloon 2013, Ratu- KI-6017, Ratu 22-0402)